

ZUR TECHNIK
DER INDIVIDUELLEN ABFORMUNG
DER PORTIO VAGINALIS UTERI

Thomas Ludwig

*Dess. München
1904*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Frauenklinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. K. Richter

ZUR TECHNIK DER INDIVIDUELLEN ABFORMUNG
DER PORTIO VAGINALIS UTERI

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Thomas LUDWIG

aus

München

Jahr

1983

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter : Priv.Do. Dr. Schmid-Tannwald

Mitberichterstatter : Prof. Dr. Richter

Dekan : Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung : 10. April 1984

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. Richter und für die unverzüglichen Bearbeitungen und stete Beratung Herrn Priv. Doz. Dr. I. Schmid-Tannwald.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Anatomische Vorbemerkungen	4
3. Abformwerkstoffe - Zusammensetzung und Eigenschaften	10
3.1 Alginate	10
3.2 Elastomere Abformmaterialien	15
3.2.1 Silikone	15
3.2.2 Polysulfide	18
3.2.3 Polyäther	20
3.2.4 Zusammenfassung	21
4. Versuche der Abformung der Portio vaginalis	28
4.1 Abformung mit selbstgefertigten Löffelformen	28
4.1.1 Anfertigung der Löffelformen	28
4.1.2 Abformungen an exstirpierten Uteruspräparaten	29
4.1.3 Abformungen der Portio vaginalis	30
4.2 Abformung mit Röhrenspekulumspritze	31
4.3 Ergebnisse - neue Forderungen	33
5. Abformung der Portio vaginalis mit Spritzverfahren	35
5.1 Versuchsanordnung	35
5.2 Materialauswahl und Verarbeitung	38
5.3 Abformtechnik	42
6. Diskussion	48
7. Zusammenfassung	51
8. Literaturverzeichnis	52
9. Lebenslauf	55

1. EINLEITUNG

Im Jahre 1838 empfahl der königlich preußische Medizinalrat F.A.WILDE eine auf die Portio vaginalis individuell angepaßte Kappe (Portiokappe) zum Verschluß des Muttermundes als eine Möglichkeit der Kontrazeption. (14)

Seither wurden Versuche unternommen, eine möglichst genaue Anpassung der Kappen an die Portio vaginalis zu erreichen.

Die ersten Kappen waren aus Gummi, zum Teil auch aus Silber gefertigt. Bis dahin konnte in den meisten Fällen die Größe der Kappen nach den anatomischen Formen nur geschätzt werden, wodurch aber der Halt der Kappen und ihre Wirksamkeit als Kontrazeptivum - da der Gewebekontakt und der Abschluß des Muttermundes unzureichend ist - herabgesetzt wird.

Die beste Abdichtung ist mit einer Portiokappe zu erzielen, für deren Herstellung als erster Schritt eine individuelle Abdrucknahme von der Portio vaginalis notwendig ist.

Aus diesen Überlegungen heraus wurden 1838 mit Hilfe von Wachs erste Abformungen an der Portio vorgenommen. (14) Über den Wiener Frauenarzt KAFKA wird berichtet, er habe Gipsabdrücke verwendet, um die anatomischen Formen individuell im Abdruck zu erhalten. (3)

Nur von WILDE und KAFKA ist bekannt, daß sie an Methoden zur individuellen Abdrucknahme der Portio vaginalis

arbeiteten, um so die Grundlage für individuelle Portiokappen zu schaffen.

Um die Jahrhundertwende ging der Frauenarzt dazu über, aus einem fertigen Satz verschieden großer Portiokappen die passendste Größe auszusuchen und die Patientin ließ dann bei einem Instrumentenmacher "ihre" Kappe anfertigen.(3) Vor allem das Fehlen geeigneter Abformwerkstoffe dürfte der Grund gewesen sein, warum die anatomisch korrekte Abformung der Portio vaginalis mit dem Ziel individuell angefertigter Portiokappen in Vergessenheit geriet.

Der Gynäkologe VAN DE VELDE beklagte daher in seinem 1929 erschienen Buch "Die Fruchtbarkeit in der Ehe" den mangelnden Fortschritt auf dem Gebiet der Kontrazeptiva mit folgenden Worten:

"Sämtliche Möglichkeiten der Geburtenkontrolle, die chemischen Präparate ebenso wie die mechanisch wirkenden Behelfe, sind von den enormen Fortschritten, die Wissenschaft und Technik in den letzten Jahrzehnten zu verzeichnen hatten, unberührt geblieben." (13)

Diese Anregung von VAN DE VELDE, die Abkehr von Pille und IUD und zunehmende Bedeutung von natürlichen Methoden der Empfängnisverhütung, sowie die Entwicklung moderner Werkstoffe, ließen es verlockend erscheinen, die nahezu in Vergessenheit geratenen Versuche einer individuellen Portioabdrucknahme wieder aufzunehmen.

Die zu verwendenden Materialien sollten folgende vorteilhafte Eigenschaften aufweisen:

1. unschädlich in der Anwendung
2. keine Belastung für Patientin
3. als Ganzes zu entfernen
4. leichte Verarbeitung
5. kurze Abbindezeit
6. Wirtschaftlichkeit

Auf Grund der angeführten Forderungen an den Abformwerkstoff wurden zahnärztlich verwendete Abdruckmaterialien untersucht.

Schon 1966 wurde zahnärztliches Abformmaterial auf Silikonbasis zur anatomischen Darstellung der Vagina, insbesondere zum Nachweis der Perinealkrümmung der Vagina, benutzt. (10)

Darüberhinaus konnte von der Unbedenklichkeit der seit Jahren täglich in der zahnärztlichen Praxis verwendeten Stoffe ausgegangen werden.

In dieser Arbeit soll der Versuch unternommen werden, die individuelle Abdrucknahme der Portio vaginalis mit modernen Werkstoffen weiterzuentwickeln und so dem Ziel individueller Portiokappen näher zu kommen.

2. ANATOMISCHE VORBEMERKUNGEN

Die Scheide, Vagina, ist ein 8-10 cm langer platter, dünnwandiger, häutig muskulärer Schlauch, der etwa in der Beckenachse liegt.

Frontal abgeplattet besitzt die Scheide eine vordere und eine hintere Wand. Beide Wände liegen aneinander, sie begrenzen einen im Querschnitt H-förmigen Spalt. In jeder Wand befinden sich Querfalten, Rugae vaginales, sowie ein Längswulst, Columna rugarum, der von einem Venengeflecht durchzogen ist.

Das Scheidengewölbe, Fornix vaginae, umgibt als das blinde Ende der Scheide ringförmig die Portio vaginalis cervicis. Durch die gegen die hintere Scheidenwand gerichtete schräge Stellung der Portio vaginalis ergibt sich, daß das Fornix vaginae hinter der Portio vaginalis cervicis ausgedehnter ist. Dieser Teil wird als hinteres Scheidengewölbe, das vor ihr, als vorderes Scheidengewölbe bezeichnet.

Aus dem im hinteren Scheidengewölbe deponierten Sperma können die Spermien direkt in den Zervikalkanal gelangen. Gegen die Hinterwand der Scheide gerichtet, taucht die Cervix in das Sperma ein. Vor aufsteigenden Krankheitskeimen schützt das saure Scheidensekret.

Die meist völlig drüsenfreie Schleimhaut besitzt ein glykogenreiches, mehrschichtiges, unverhorntes Plattenepithel. Die Milchsäurebakterien, die zur physiologischen Scheidenflora gehören, erzeugen aus dem Glykogen von abgeschilfer-

ten Zellen die Milchsäure, die für das saure Scheidenmilieu (pH 4-4,5) verantwortlich ist. Die Zusammensetzung des Scheidensekretes entsteht aus dem Sekret der Cervixdrüsen, einem Transsudat, das durch die Vaginalwand durchtritt, sowie aus abgeschilferten Epithelien. Die Beschaffenheit des Epithels und des Scheidensekretes ändern sich zyklisch. Die Darstellung zeigt schematisch den Aufbau des Vaginalepithels. Rechts sind die abgeschilferten Zellen abgebildet.

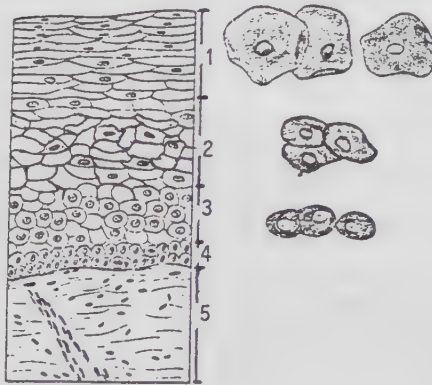


Abb. 1: Schematischer Aufbau des Vaginalepithels (6)

1. Äußere und innere Oberflächenschicht
2. Intermediärschicht
3. Parabasalzellschicht
4. Basalzellschicht
5. Gefäßführendes Cervixstroma

Der vollentwickelte Uterus, Gebärmutter, der etwa 7 cm lang und birnenförmig ist, wird in Körper und Hals unterteilt. Der dickere Teil des Uterus, Corpus uteri, ist nach vorn oben gerichtet. Bei der geschlechtsreifen Frau überragt oberhalb der Tubenwinkel der Fundus uteri als Kuppe den Uteruskörper. Der dünnere Teil des Uterus, Cervix uteri, stellt beim nicht schwangeren Uterus etwa das untere Drittel der Gesamtlänge dar, ist drehrund und nach hinten unten in das Scheidengewölbe gerichtet.



Abb. 2: Lage der Vagina bei der Lebenden (11)

Perinealkrümmung und annähernd horizontaler
Verlauf der proximalen Vagina

Die Portio vaginalis des Uterushalses, kurz Portio genannt, ist der etwa 1 cm lange Cervixteil, der in die Scheide hineinragt und von Scheidenepithel überkleidet ist. Umgeben von subperitonealem Bindegewebe und in diesem verankert ist dagegen die Portio supravaginalis des Uterushalses. Unterschieden wird am Uterus eine vordere, untere Fläche, Facies vesicalis, der Uterus liegt hier auf der Harnblase, und eine hintere, obere Fläche, Facies intestinalis.

Die spaltförmige Uterushöhle, Cavum uteri, hat im Fundus und Corpus die Form eines auf die Spitze gestellten, frontal ausgerichteten Dreiecks.

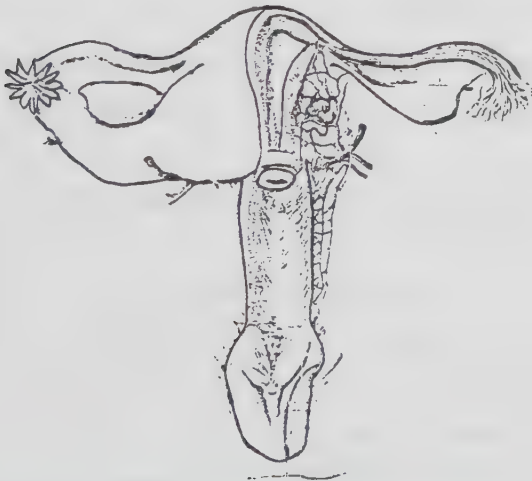


Abb. 3: Weibliche Geschlechtsorgane (5)
Ansicht von dorsal

Spindelförmig erweitert ist der abwärts folgende Zervikalkanal, *Canalis cervicis*. Dieser wird von einem Schleimpfropf ausgefüllt, der den Uterus vor aufsteigenden Krankheitskeimen schützt und durch seine alkalische Beschaffenheit den Spermien das Vordringen in den Uterus erleichtern soll. Der *Canalis cervicis* öffnet sich in das Scheidengewölbe mit dem äußeren Muttermund, *Ostium uteri*, in Höhe der *Portio vaginalis cervicis*.

Bei Frauen, die nicht geboren haben, stellt sich der äußere Muttermund als ein rundes Grübchen dar. Nach der ersten Geburt wird der äußere Muttermund zu einem quergestellten Spalt, die vordere und hintere Muttermundslippe können deutlich abgegrenzt werden.

Die *Portio vaginalis cervicis* ist wie die Scheide von einem mehrschichtigen unverhornten Plattenepithel bedeckt, dieser Epithelaufbau ist auch für die Mundschleimhaut charakteristisch.

Durch den Beckenboden abgesichert wird der Uterus in einer Schwebelage gehalten.

Zwei Möglichkeiten der Bewegung bestimmen die Lage des Uterus. Geringgradig beweglich ist der Uteruskörper einerseits gegenüber dem Uterushals, andererseits kann der Uterus insgesamt gewegt werden.

Das *Lig. cardinale* dient der aktiven und passiven Einstellung des Uterus sowie seiner reversiblen Verstellung bei Füllung von Harnblase und Rektum.

Bei gefüllter Harnblase wird der Uterus aufgerichtet, bei gefülltem Rektum nach vorne gedrängt.

Angehoben wird der Uterus, wenn beide Organe gefüllt sind.

Der geschlechtsreife Uterus hat eine Länge von etwa

6 - 7,5 cm und wiegt 80 - 120 g.

Mit einer Länge von etwa 5,5 cm erstreckt sich das Cavum uteri vom äußeren Muttermund zum Fundus.

Sowohl für die Konzeption als auch für die Kontrazeption ist der Eintritt von Spermien in den Zervikalkanal des Uterus von entscheidender Bedeutung.

Soll, wie bei der vaginalen Kontrazeption, ein Eindringen von befruchtungsfähigen Spermien in den Uterus verhindert werden, so kann auf die Oberfläche der Portio vaginalis eine mechanische Barriere gesetzt werden.

Eine individuell angepaßte Kappe bietet dabei die beste Abdichtung.

Zur Anfertigung individueller Portiokappen ist eine Abformung der Portio, des Teils des Uterushalses, der in die Vagina ragt, unerläßlich.

3. ABFORMWERKSTOFFE - Zusammensetzung und Eigenschaften

Als Materialien zur Abformung der Portio vaginalis wurden sowohl verschiedene zahnärztlich bekannte Alginat, als auch elastomere Abformmaterialien untersucht.

Als Grundlage für die folgenden Ausführungen dienten die werkstoffkundlichen Bücher von A. Breustedt, E. Lenz und K. Eichner.

3.1. Alginatabformmaterial

Zu etwa 40 % in der Trockensubstanz derber Formen maritimer Algen (Seetang) enthalten, stellt die Alginsäure die Grundsubstanz dieser Materialgruppe.

Die Alginsäure, eine Polyuronsäure, besteht aus 1,4 glykosidisch verbundener D-Mannuronsäure und L-Guluronsäure.

Bis zu 750 Mannuron- und Guluronsäureeinheiten werden, je nach Ausgangsmaterial und Bedingungen bei der Gewinnung, in verschiedenen Verhältnissen, aneinander gebunden.

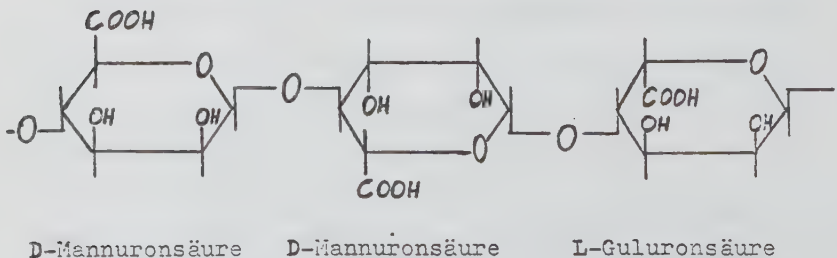


Abb 4: Ausschnitt aus der Strukturformel der Alginsäure (1)

Die Säure ist in Wasser praktisch unlöslich. Wegen des sehr hohen Quellvermögens bei der Aufnahme von Wasser wird sie in der pharmazeutischen, kosmetischen und, da sie leicht verdaulich ist, in der Lebensmittelindustrie verwendet. Das Natrium-, Kalium- oder Ammoniumsalz der Algin-säure ist jedoch löslich und bildet beim Mischen mit Was-ser ein Hydrokolloid.

Der Solzustand geht in den Gelzustand über, das Natrium-alginat reagiert mit dem Kalziumsulfat und fällt als was-serunlösliches Kalziumalginat aus.

<u>Pulver-Wasser-Mischung</u>	<u>Abformung</u>
Ca-Sulfat + Na-Alginat (Reaktor) (wasserlöslich)	Ca-Alginat + Na-Sulfat (wasserunlöslich)(wenig wasserlöslich)
Tri-Na-Phosphat (Verzögerer)	Tri-Ca-Phosphat + Na-Sulfat (praktisch wasserunlöslich)

Abb. 5: Chemische Reaktionen beim Abbinden eines Alginatabformwerkstoffes (1)

Oben: Hauptreaktion- Umwandlung von löslichem in unlösliches Alginat

Unten: Nebenreaktion- zeitliche Steuerung des Abbindeprozesses

Alginatabformmaterial enthält ein pulverförmiges Gemisch aus löslichem Alginat, Metallsalzen (Reaktor, Retarder), reichlich Füllstoff (z.B. Kieselgur) und geringe Mengen von Farb- und Geschmacksstoffen.

Eine typische Zusammensetzung besteht aus:

<u>Natriumalginat 30 g</u>	<u>Natriumphosphat (Verzögerer) 1 g</u>
<u>Kalziumsulfat 15 g</u>	<u>Kalziumkarbonat (Füllstoff) 220 g</u>

Als Füllstoff werden auch Talkum oder Zinkoxyd verwendet. Der Abbindeprozeß (Abb. 2) wird durch Auflösen des Pulvers in Wasser gestartet. Lösliches Alginat (z.B. Na-Alginat), Reaktor (z.B. CaSO_4) und Retarder (z.B. Na-Phosphat) dissoziieren. Alginat und Reaktor treten langsam in Reaktion, weil vorerst durch den Retarder die aus dem Reaktor freiwerdenden Metall-Ca-Ionen (z.B. als Ca-Phosphat) gebunden werden. Wenn die Wirkung des Retarders erschöpft ist, reagieren alle übrigen Ca-Ionen mit dem löslichen Alginat und führen es zügig in die unlösliche Form über.

Dieses Abbindeverhalten kann besonders gut an Mischungen mit relativ hohem Wasseranteil beobachtet werden, bei denen sich alle Bestandteile rasch lösen können; die Abbindung setzt früher und plötzlicher ein, als bei dicken, pulverreichen Mischungen, deren Viskositätsanstieg später und langsamer beginnt.

Die Massen bleiben nach dem Anmischen zunächst plastisch. Die Menge des Pulver- bzw. Wasseranteils in der Mischung bestimmt vor allem die Ausgangsviskosität, die Arbeitstemperatur besonders die Geschwindigkeit des Viskositätsanstieges und den Zeitpunkt der Verfestigung. (Abb. 6 u. 7)

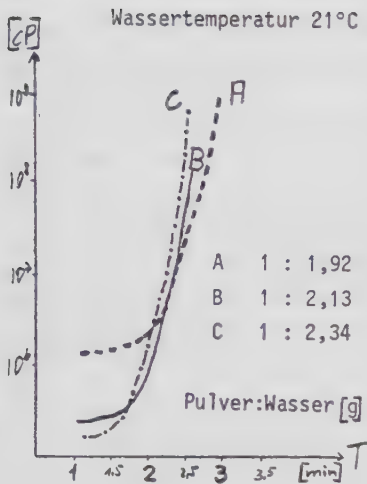


Abb. 6:

Quasiviskosität eines Alginatabformmaterials in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis und der Zeit nach Beginn des Anmischens bei konstanter Temperatur. (1)

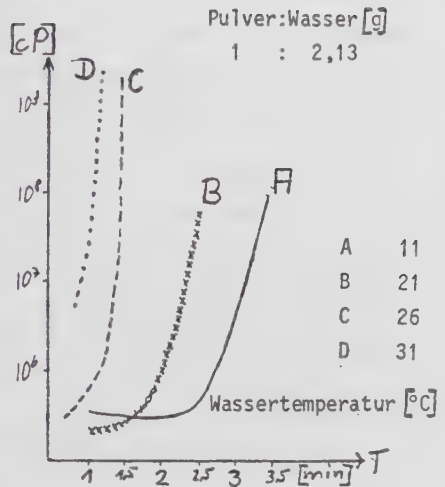


Abb. 7:

Veränderung der Quasiviskosität eines Alginatabformmaterials nach Beginn des Anmischens bei unterschiedlichen Wassertemperaturen und konstantem Pulver-Wasser-Verhältnis. (1)

Pulverreiche Mischungen haben eine höhere Ausgangsviskosität als pulverarme Mischungen. Das Fließvermögen nimmt etwas später und langsamer ab, als bei dünnen Mischungen. Kaltes Wasser verzögert, warmes beschleunigt enorm die Abbinde-reaktion.

Nach dem Abbinden liegt ein weitgehend elastisches Material vor, es bleibt eine geringe Plastizität.

Die Zugfestigkeit von Alginatabformungen ist begrenzt und wesentlich geringer als bei elastomeren Abformmassen. Um eine selbständig beginnende Abbindereaktion zu verhindern, wird das Alginat in festverschließbaren Behältern wie Blechdosen oder verschweißten Plastikbeuteln geliefert. Da sich wegen der unterschiedlichen Dichte der einzelnen Bestandteile das Pulver leicht entmischen kann, sollten die Vorratsbehälter vor der Verwendung täglich mehrmals gedreht werden. Das Pulver wird so vor der Entnahme gleichmäßig gemischt.

Die vom Hersteller mitgelieferten Dosierungshilfen erlauben das genaue Proportionieren von Alginat und Wasser. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Pulvermenge bis zu $\pm 15\%$ schwanken kann, je nachdem, ob das Pulver locker eingefüllt oder ins Abmeßgefäß gepreßt wird. Wegen der verschiedenen Größen und wegen der unterschiedlichen Mischverhältnisse dürfen die Abmeßgefäße nur für das dazugehörige Fabrikat benutzt werden.

Nach dem Einstreuen des Pulvers in das Wasser wird mit einem Spatel zunächst vorsichtig umgerührt und dann die entstehende Paste an den Mischgefäßwänden kräftig ausgestrichen. Nach wenigen Minuten bindet die Masse ab, kann dann entfernt und muß in Kürze mit Gips ausgegossen werden. Durch das verdunstende Wasser, das nur locker im Gel eingelagert ist, kann eine erhebliche Schrumpfung einsetzen. Bei Lagerung im Hygrophor ist die Schrumpfung ebenfalls beträchtlich, im Wasser quillt der Alginatabdruck.

Bei den Alginaten kann durch die Änderung des Mischungsverhältnisses Pulver zu Wasser und durch die Möglichkeit die Wassertemperatur zu verändern, die Konsistenz und Abbindezeit gesteuert werden.

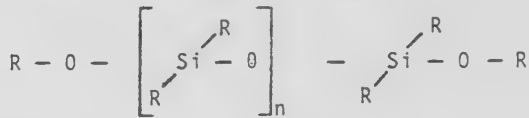
3.2. Elastomere Abformmaterialien

Elastomere (Elaste) sind polymere Stoffe, deren elastische Eigenschaften hervorzuheben sind. Sie werden bei ihrer Verarbeitung durch Vernetzung aus dem plastischen in den elastischen Zustand übergeführt und zeichnen sich durch ein hohes Rückstellvermögen nach Belastungen aus. Zu den Elasten gehören Produkte aus natürlichem oder synthetischem Kautschuk sowie kautschukähnlichen polymeren Kunststoffen wie Thiokol- und Silikongummi.

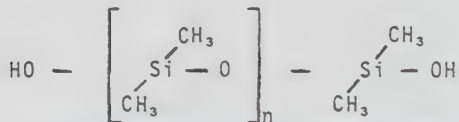
3.2.1 Silikone

Silikone (Polysiloxane) sind makromolekulare Kondensationsprodukte organischer Siliziumverbindungen. Ihre Moleküle lassen sich aus Siliziumatomen aufbauen, die über Sauerstoffatome untereinander verbunden sind (Si-O Ketten). Sie tragen an den nicht mit Sauerstoff besetzten Valenzen organische Radikale, vorwiegend Methylreste, aber auch andere Kohlenwasserstoffe, Alkoxy- und Hydroxylgruppen oder Halogene.

Sie haben die allgemeine Strukturformel:



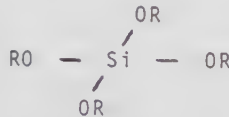
Entsprechend ihrer Zusammensetzung und Struktur vereinen die Silikone in sich Merkmale der anorganischen Siliziumverbindungen und der polymeren Kunststoffe. Polysiloxane mit terminalen OH-Gruppen (Polysilanol) bilden das Grundgerüst der Silikonabformmassen, vorwiegend kommt Polydimethylsilandiol zur Anwendung.



Die Polysilanol bilden je nach Länge ihrer Molekülketten ölige oder pastenartige Massen. Diesen werden bei der Herstellung Füllstoffe zugesetzt, so daß Materialien verschiedener Fließfähigkeit (tropfbar bis knetbar) entstehen. Als Füllstoff dient vor allem SiO_2 in besonders aufbereiteter Form; auch CaSO , BaSO , TiO_2 , ZnO und andere Metalloxyde kommen zur Anwendung. Manchen Präparaten sind Parafin- oder Silikonöl niedriger Viskosität als Verdünner, weiterhin Farbstoffe und Geschmackskorrigentien beigegeben.

Die plastische Abformmasse wird durch Vermischen mit einem Härter, der eine Vernetzersubstanz und einen Katalysator enthält, in einen elastischen Zustand übergeführt.

Als Vernetzer sind tri- oder tetrafunktionelle organische Siliziumverbindungen (Alkoxysilane) geeignet.



Diese reagieren mit den endständigen OH-Gruppen der Polysilanol- und vernetzen deren Molekülketten untereinander. Durch Anwesenheit von zinnorganischen Verbindungen (z.B. Dibutylzinndilaurat) als Katalysator wird der Vernetzungs- vorgang beschleunigt.

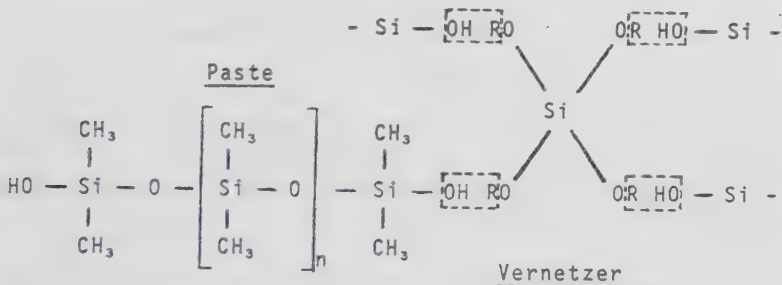


Abb. 8: Vereinfachte Darstellung der Vernetzungsreaktion von Silikonabformmassen (1)

(Vernetzung von Polydimethylsilandiol-Molekülen durch eine tetrafunktionelle Siliziumverbindung)

Die Silikonabformmassen bestehen aus zwei Komponenten, entweder Paste - Paste oder Paste - Flüssigkeit. Beim Mischen der beiden Komponenten kommt es zunächst zu einer Kettenverlängerung, die ein Ansteigen der Viskosität bewirkt.

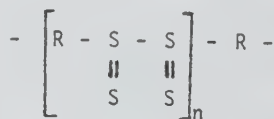
Anschließend kommt es zu einer zunehmenden Vernetzung, die mit wachsender Elastizität einhergeht.

Die pastigen Silikonmassen können sich entmischen und müssen dann zum Homogenisieren in der Tube durchknetet werden. Die dazugehörige Tropfenzahl der Härterflüssigkeit, bzw. Stranglänge Härterpaste wird dazugegeben. Da der Alkoxysilan-Vernetzer des Härters leicht an der Luft durch Feuchtigkeit in Kieselsäure zerfällt, muß der Härter (insbesondere bei Flüssigkeiten) immer gut verschlossen sein und darf erst kurz vor dem Mischen zugefügt werden. Die pastigen Massen rührt man zunächst mit dem runden Spatelende grob durch, um Basispaste und Härter gleichmäßig zu verteilen. Auch helfen kontrastierende Farben der Komponenten, beim anschließenden Durchspateln mit kräftig streichenden Bewegungen mit der geraden Kante des Spatels, eine homogene Mischung zu erreichen. Dann wird die Masse in einen individuellen Abformlöffel gefüllt.

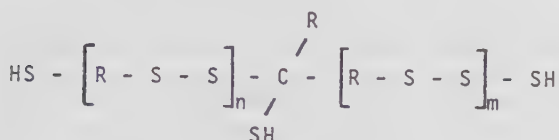
3.2.2 Polysulfide

Polysulfid- (Thiokol-) Elastomere sind Polykondensationsprodukte der Alkalipolysulfiden (z.B. Na-Tetrasulfid) und aliphatischen Dihalogeniden.

Die allgemeine Strukturformel lautet:



Grundlage der Polysulfidabformwerkstoffe sind niedrigmolekulare Spaltprodukte dieser Verbindung (Disulfide) mit mittel- und endständigen SH-Gruppen (Merkaptanen).



Die SH-Gruppen können durch Einwirkung von Peroxyden (z. B. PbO_2) oxydiert werden, wobei Schwefelbrücken entstehen, die eine Vernetzung und Verlängerung der Molekülketten und damit das Entstehen elastischer Eigenschaften verursachen.



Die Polysulfide werden als 2-Pasten-System angeboten. Die Basispaste (weiß) enthält das Polysulfid in Form eines Polymeren (Molekulargewicht um 4000) mit zwei endständigen SH-Gruppen und einer etwa in der Mitte liegenden SH-Gruppe. Mit Hilfe der Füllstoffe wie Titandioxyd, Zinksulfid und Diatomeenerde, sowie der Weichmacher, wird die Konsistenz der Paste eingestellt. Die Akzeleratorpaste enthält Bleidioxyd (oder Mangandioxyd, beides braun) als Katalysator, das zusammen mit dem Schwefel die Basispaste durch Kettenverlängerung und Vernetzung zum Polymerisieren bringt. Neben Füllstoffen sind in der Akzeleratorpaste nicht reagierende Öle als Weichmacher zugegeben, um eine geschmeidige Paste zu ermöglichen.

Kleine Mengen von Stearinsäure unterstützen die Polymerisation.

Zum Mischen werden gleiche Stranglängen der Basis- und Akzeleratorpaste auf einen Mischblock gebracht. Eine kontrastierende Farbgebung der Pasten (z.B. weiß-braun) ermöglicht eine gute Kontrolle der erreichten Homogenität, wenn die beiden Pasten mit einem Spatel zunächst rührend, dann streichend gemischt werden.

Zu Abformungen mit Polysulfidmassen gehören üblicherweise individuelle Abformlöffel. Selbst die Massen mit höherer Konsistenz würden zu leicht aus einem konfektionierten Löffel laufen. Für den Halt am individuellen Kunststofflöffel kann vorher ein geeigneter Haftlack aufgetragen werden.

3.2.3 Polyäther

Polyäther sind Additionsprodukte, bei denen einzelne Bausteine über Sauerstoffbrücken (Ätherbindung) miteinander verbunden sind.



Als plastische Grundmasse für Polyätherabformmassen dient ein Polyglykoläther mit endständigen reaktionsfreudigen Aziridinogruppen. Diese ringförmigen Endgruppen werden durch Einwirkung eines aromatischen Sulfonsäurerestes als Katalysator geöffnet, wodurch 2 Valenzen frei werden, über die eine Vernetzung der Moleküle gestartet wird.



Die Konsistenz der Pasten ergibt sich ebenfalls durch die zugesetzten Füllstoffe und Weichmacher. Da beide Pasten zusammen zu einem sehr festen Gummi polymerisieren, kann beim Mischen außerdem eine Verdünnerpaste zugeführt werden, mit der die Flexibilität der erhärteten Massen erhöht werden kann.

Entsprechende Stranglängen der mit Kontrastfarben versehenen Basis- und Katalysatorpaste sowie eventuell eine Verdünnerpaste werden aus den Tuben auf einen Mischblock gedrückt. Die Pasten werden homogen, bis eine gleichmäßige Mischfarbe entsteht, miteinander gemischt. Durch den Katalysator werden die endständigen Ringverbindungen des Polyätherpolymers geöffnet, und mit der Kettenveränderung wandelt sich die plastische Masse im Abdrucklöffel bei der Abformung in einen steifelastischen Gummi um.

3.2.4 Zusammenfassung

Elastomere Abformmassen sind vor dem Anmischen strukturvisköse Flüssigkeiten, deren Fließvermögen abhängig von Molekülstruktur und -größe, sowie vom Füllstoffgehalt des jeweiligen Präparates sehr unterschiedlich ist.

Nach den Ausgangsviskositäten können unterschieden werden:

- a.) leichtfließende Massen (niedrig viskös)
- b.) normalfließende Massen (mittel viskös)
- c.) zähplastische Massen (hoch viskös)

Werden die Massen mit dem zugehörigen Vernetzer (Reaktor, Katalysator) vermischt, so tritt zunächst langsam, dann zunehmend schneller die Vernetzung ein. Die in der plastischen Grundpaste leicht beweglichen Molekülketten werden untereinander verbunden, wodurch sich ihre Verschieblichkeit verringert. Das Material leistet verformenden Kräften immer mehr Widerstand und erhält elastisches Rückstellvermögen. Mit der Vernetzung ändern sich die physikalischen Eigenschaften der Abformwerkstoffe:

1. die Quasiviskosität nimmt zu
2. es bildet sich eine platoelastische Phase, die durch abnehmende Verformbarkeit und zunehmende Elastizität gekennzeichnet ist
3. es wird der Zustand der Gummielastizität erreicht

Das Abbindeverhalten elastomerer Massen wird durch das Mischverhältnis von Grundpaste und Vernetzer vorbestimmt, Raumtemperatur, Dosierung und Mischtechnik sind wesentliche Faktoren.

Erhöhte Temperatur beschleunigt den Abbindevorgang ebenso wie eine Oberdosierung des Vernetzers und umgekehrt. Bei hoher Oberdosierung des Vernetzers kann jedoch eine Unverträglichkeit für das entsprechende Gewebe nicht ausgeschlossen werden.

Arbeitsschritte:

Mischen	Verarbeiten		Abbinden	Lagern
	Einbringen	Abformen		

Temperatur

23° C	32° C	23° C
-------	-------	-------

Zeiten:

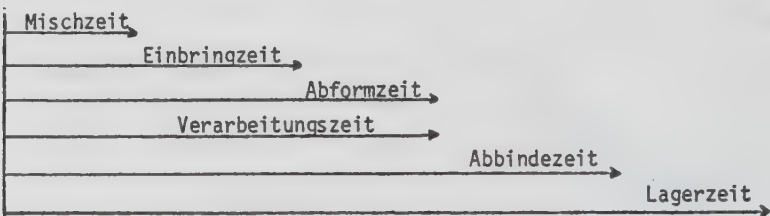


Abb. 10: Verarbeitung zahnärztlicher Werkstoffe (2)

Die Darstellung soll beschreiben, was in den einzelnen, aneinandergereihten Arbeitsschritten abläuft. In der Praxis können sich mehr oder weniger große Abweichungen ergeben. Die Mischzeit zum homogenen Vermengen der Komponenten wird vom Hersteller angegeben. Es ist jedoch zu beachten, daß kleine Mengen schneller als große Mengen homogen durchgemischt sind. Das gleiche gilt für die Verarbeitungszeit. Einbringzeit und Abformzeit unterscheiden sich dadurch, daß beim Abformen die Temperatur ansteigt. Die angegebenen 32°C sind eine mittlere Temperatur. Die Abformmasseschicht, die der Schleimhaut direkt anliegt, erwärmt sich schneller, im Inneren steigt die Temperatur langsamer von der mittleren

Raumtemperatur von 23°C an. Beim Anrühren von Alginat mit kaltem Leitungswasser liegt die Temperatur zunächst noch darunter.

Der Abbindeprozeß ist dann abgeschlossen, wenn der Abdruck ohne Gefahr von plastischen Veränderungen abgenommen werden kann. Der chemische Härtungsprozeß ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht beendet. Das Abbindezeitende ist bei elastischen Materialien dann erreicht, wenn das Material beim Abziehen des Abdrucks in die alte Stellung zurückfedert. Wenn keine untersichgehenden Stellen vorhanden sind, kann der Abdruck zu einem früheren Zeitpunkt herausgenommen werden, als wenn untersichgehende Anteile bestehen und die Elastizität erst in ausreichenden Maße zugenommen haben muß.

Die besten Abformergebnisse erhält man, wenn die Abformmasse möglichst früh eingebracht wird, weil dann die Materialien am besten in alle abzuformenden Feinheiten fließen können.

Für Feinabformungen sind leichtfließende Massen besonders geeignet. Doch sind dazu individuelle Abdrucklöffel notwendig, um ein Auseinanderlaufen der leicht fließenden Materialien zu verhindern. Die Abbindezeit muß so gewählt werden, daß ausreichend Zeit zum Abformen vorhanden ist. Andererseits soll sie nicht unnötig lang sein, damit nicht über Gebühr gewartet werden muß, bis ein Abdruck abgenommen werden kann.

Die gegenüber der Raumtemperatur erhöhte Körpertemperatur beschleunigt den Abbindeprozeß. Polysulfide und Additions- vernetzer werden stärker beeinflußt als die herkömmlichen Silikone.

Läuft der Abbindeprozeß schnell ab, wie bei Alginaten, oder ist nach dem Abbinden das Material deutlich fester, wie bei Polyäthermassen, kann klinisch der Zeitpunkt der Entnahme des Abdrucks kaum zu früh gewählt werden.

Besonders schwierig ist die Bestimmung bei den Silikonen und Polysulfiden, weil klinisch die Zunahme der Festigkeit und das Ende der Fließ-Phase, aber nicht die noch unvollständige Elastizität festgestellt werden kann.

Zur Beurteilung des Abbindeprozesses kann festgestellt werden, ob sich der Eindruck mit dem Fingernagel an Resten auf dem Mischblock zurückstellt.

Selbst bei wissenschaftlichen Untersuchungen bestehen Schwierigkeiten, wie am sinnvollsten gemessen werden kann.

Alle Wirkstoffe, die auf Grund einer chemischen Reaktion aushärten, können von sich aus oder auch durch nicht ordnungsgemäße Behandlung sich verändern.

Alginat wird unbrauchbar, wenn es die Feuchtigkeit der Luft aufnehmen kann.

Elastomere können mit zunehmender Lagerzeit ihre Eigenschaften ändern und sollten innerhalb eines Jahres verbraucht werden.

Durch das Arzneimittelgesetz sind die Vorschriften bei der Verwendung von Abformmaterialien zu beachten, vor allem, wenn vorgeschriebene Mischungsverhältnisse geändert werden. Flüssiger Härter von Silikonmassen darf nicht in die Augen spritzen, da die empfindlichen Schleimhäute erheblich gereizt werden können. Wenn trotzdem Härterflüssigkeit ins Auge gekommen ist, so muß mit viel Wasser sorgfältig gespült werden.

Die seit vielen Jahren zahnärztlich verwendeten Abformmaterialien und der gleiche Epithelaufbau der Schleimhaut in Mundhöhle und Vagina waren Anlaß, von der Unbedenklichkeit der zu verarbeitenden Werkstoffe auszugehen.

4. VERSUCHE DER ABFORMUNG DER PORTIO VAGINALIS

Zur Abformung mit den zahnärztlich verwendeten Materialien ist im Allgemeinen ein Abformlöffel notwendig. Teils, um den Werkstoff an die Stelle zu bringen, wo der Abdruck genommen werden soll, teils, um ein zu großes Ausweichen des Werkstoffes beim Aufsetzen auf die abzuformenden Teile zu verhindern.

In Anlehnung an die vorgeformten Löffel zur Abdrucknahme beim Zahnarzt, wurden Löffelformen zur Abdrucknahme der Portio vaginalis hergestellt.

In die Überlegungen wurde auch die Abformung mit einer Röhrenspekulumspitze einbezogen. Schon 1966 verwendete K. RICHTER diese Methode zur Erfassung der topographischen Anatomie der Vagina. (10)

4.1. Abformung mit selbstgefertigten Löffelformen

4.1.1 Anfertigung der Löffelformen

Aus Optosil (Silikonbasis) wurden Kugeln mit 3,4 cm, 3,7 cm und 4,0 cm Durchmesser geformt. Diese wurden halbiert und über die Halbkugeln wurde ein Kaltpolymerisat in einer Schichtstärke von etwa 2 mm gezogen. Ein pfenniggroßer Kunststoffrest, zusätzlich noch in der Mitte an der Oberfläche der halbkugeligen Löffel angesetzt, diente als Griff. Nach dem Aushärten wurden die Kanten abgerundet und die Oberfläche geglättet.

Für Alginatabdrücke wurden in einen Teil der Löffel noch Löcher zur besseren Retention des Abdruckmaterials gebohrt.



Selbstangefertigte Löffelformen aus Kaltpolymerisat

4.1.2 Abformungen an exstirpierten Uteruspräparaten

Nach der Auswahl mehrerer Alginatproben und geeigneter elastomeren Abformwerkstoffe, wobei knetartige Materialien wegen ihrer zu hohen Viskosität sofort ausschieden, wurden an 18 exstirpierten Uteruspräparaten 45 Abformungen vorgenommen.

Dazu wurden die selbstangefertigten, halbkugeligen Löffelformen aus Kaltpolymerisat verwendet.

Die Auswahl der verschiedenen Abformmassen konnte dabei weiter eingegrenzt werden.

4.1.3 Abformungen der Portio vaginalis

Nach dem Abklären aller Verfahrensschritte und der Reduzierung auf 3 Alginat- und 4 Elastomeren als geeignete Abformwerkstoffe, wurde das Einverständnis von Patientinnen zur Abdrucknahme von der Portio vaginalis eingeholt. Während der Operationsvorbereitung für die vaginale oder abdominale Uterusexstirpation wurden Abformungen von der Portio vaginalis an bereits narkotisierten Patientinnen unternommen. Dabei wurden die entsprechenden Löffel mit Abdruckmaterialien sowohl mit der Hand, als auch mit einer Kornzange in die Vagina eingeführt.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe bei 18 Patientinnen waren nicht befriedigend.

Bedingt durch die Größe der Portio, die durch Inspektion abgeschätzt wurde, ergaben sich Probleme, entsprechend große Löffel in die Vagina einzuführen. Der Durchmesser des Portioabdruckes wurde durch die Wandstärken der Löffel erhöht und auch die Starre der Formträger bei der Entnahme ließen das Verfahren als nicht praktikabel erscheinen. Zusätzlich gelang es nicht, ausreichende Eindringtiefen in die Abformmaterialien zu erzielen.

Schon bei geringstem Aufsetzdruck auf die Portio veränderte diese ihre Lage, selbst bei niedrigst viskösen elastomeren Abformmaterialien. Diese hatten außerdem den Nachteil, während der Phase des Einführens in die Vagina aus dem Löffel herauszufließen und eine verhältnismäßig lange Zeit zum Abbinden zu benötigen.

4.2 Abformung mit Röhrenspekulumspritze

Aus diesem Grund wurde anschließend eine Versuchsreihe zur Abformung der Portio vaginalis mittels eines Scheidenausgusses unternommen, wobei eine umgearbeitete 60 ml Plastikspritze zur Anwendung kam.

Beim Umbau zu einer Art Röhrenspekulumspritze wurde der Spritzenkonus und der größte Teil des Spritzenbodens vorsichtig entfernt. Nur ein schmaler Rand blieb stehen, um keine scharfen Kanten entstehen zu lassen. Um eine möglichst gute Verteilung des Abformwerkstoffes zu erreichen, wurden etwa 1 cm von der Öffnung entfernt zusätzlich noch ringsherum kleine Bohrungen an der Plastikspritze angebracht.

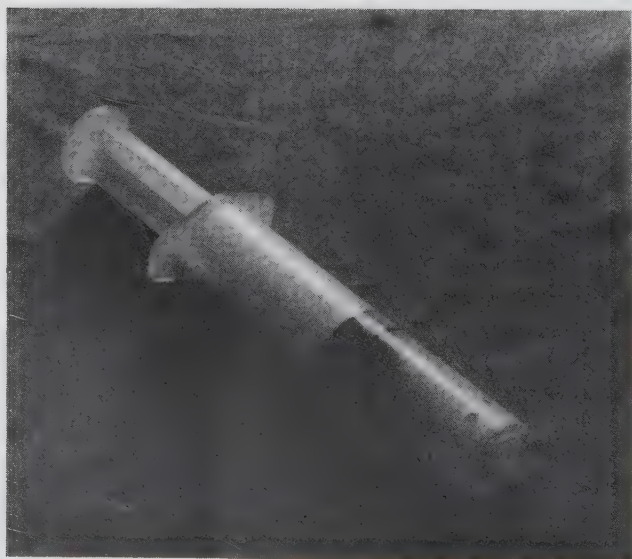
Die Abformungen mit der Röhrenspekulumspritze wurden wieder mit Alginat- und elastomeren Abformproben, diesmal sogleich an 6 narkotisierten, zur Operation vorbereiteten Patientinnen ausgeführt, deren Zustimmung vorher eingeholt worden war.

Dabei wurde die aufgebohrte Spritze mit Abdruckmasse

gefüllt eingeführt und unter Ausfüllung des gesamten oberen Vaginaldrittels langsam zurückgezogen. Auf diese Weise sollte eine exakte Abformung der Portio erzielt werden.

Auch bei diesem Verfahren erwiesen sich die gewonnenen Abdrücke als nicht zufriedenstellend.

Bei der Abdrucknahme mit der Röhrenspekulumspritze gelang es zwar - im Vergleich zum Löffelverfahren - einen größeren Teil der Portio abzuformen. Allerdings war es nicht möglich, das gesamte Scheidengewölbe zu entfalten und bis in die Umschlagfalte abzubilden. Daher mußte auch dieses Verfahren aufgegeben werden.



60 ml Plastikspritze umgearbeitet zu
einer Röhrenspekulumspritze

4.3 Ergebnisse - neue Forderungen

Es bestand zwischen den Abformungen mit Alginat und denen mit elastomeren Abformmassen keine grundsätzlichen Unterschiede. Ein großer Nachteil sowohl bei der Abdrucknahme mit einem angefertigten Löffel als auch mit der Röhrenspekulumsspritze war die Tatsache, daß nach dem Einführen des Materialträgers in die Vagina, keine Sicht mehr zur Kontrolle der Portio vaginalis möglich war.

Aus den bisherigen Versuchen ergaben sich folgende neue Forderungen:

- 1.) unter Sicht und ohne Druck auf die Portio arbeiten zu können, und dabei
- 2.) das plastische Abformmaterial ohne Formträger an die Portio heranzubringen und
- 3.) Material zu verwenden, das sofort ortsständig und elastisch bleibt, sowie in kürzester Zeit aushärtet (Verweildauer in Vagina)

Dabei sollte genügend Zeit zum Verarbeiten des Abformwerkstoffes bleiben, aber gleichzeitig eine kurze Abbindezeit in der Vagina erreicht werden.

Die Hauptschwierigkeiten ergaben sich aus den Punkten 2 und 3, denn es sollte ein zu Beginn noch plastisches Material verwendet werden, das ohne äußere Formgebung sofort an Ort und Stelle, ohne Veränderung des Gewebekontaktes, liegen blieb. Ebenso mußte das Material von Anfang an eine genügend feste Konsistenz haben, um nicht entfaltete Räumlings um die Portio vaginalis irreversibel auszufüllen.

Eine Portiokappe, die nur die bei der Entfaltung der Vagina sichtbare Oberfläche bedeckt, würde nur einen ungenügenden Halt besitzen. Die Abformmasse sollte ohne großen Druck formanpassend sein und zum Entfalten der Scheidengewölbe eine Eigenstabilität haben.

Erst dann könnte es gelingen die gesamte Oberfläche der Portio vaginalis ohne deren Ausweichen, einschließlich der Scheidengewölbe, abzuformen.

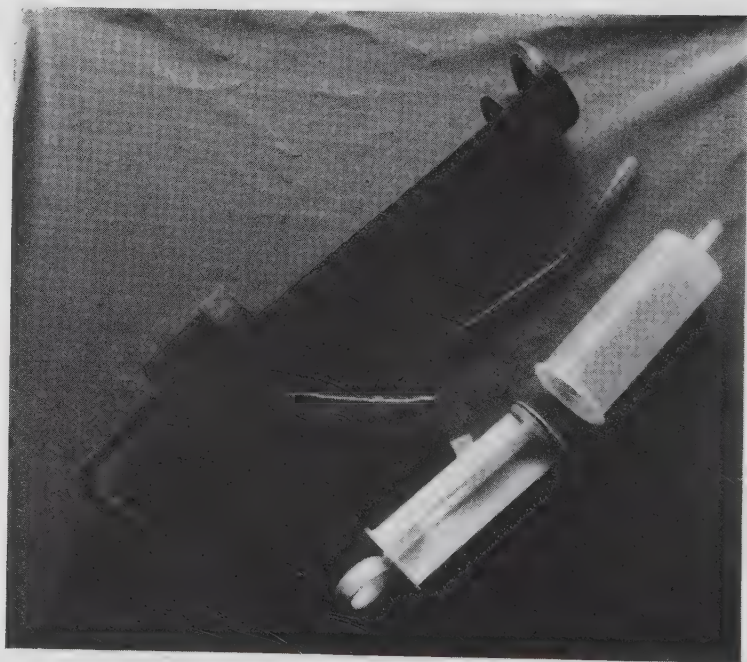
5. ABFORMUNG DER PORTIO VAGINALIS MIT SPRITZVERFAHREN

Zur Abformung der Portio vaginalis unter Sicht und ohne Druck wurde mit den bisher gewonnenen Erfahrungen und gestellten Forderungen ein neues Abformverfahren entwickelt. Erst nachdem ausreichend viele Versuche durchgeführt und die theoretischen Überlegungen an selbstgefertigten Modellen auf ihre Durchführbarkeit getestet worden waren, wurden die ersten Abformungen mit dem sogenannten Spritzverfahren, nach Einverständnis der Patientinnen, wieder in Narkose im Stadium der Operationsvorbereitungen bei 21 Frauen unternommen.

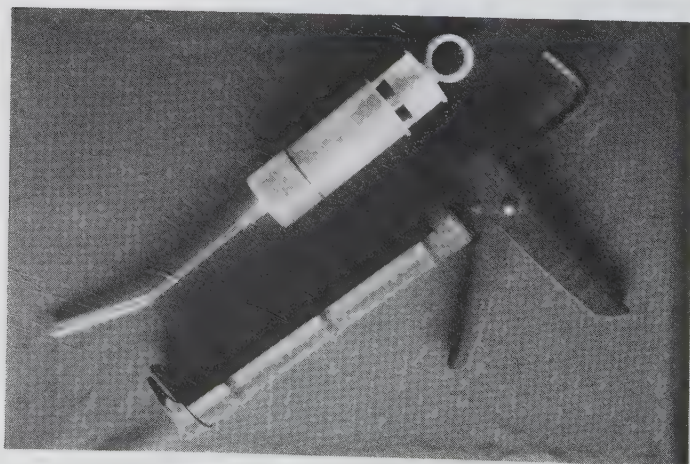
5.1. Versuchsanordnung

Zur Abdrucknahme mit dem entwickelten Spritzverfahren wurde eine 100 ml Blasenspritze verwendet, deren Spritzkonus um 1 cm verkürzt wurde. Darauf wurde ein Plastikrohr mit 0,8 cm Querschnitt und 18 cm Länge gesetzt.

Die Spritze mit dem aufgesetzten, leicht abgewinkeltem Rohr wurde nach dem Füllen und Einsetzen des Stempels in eine Kartuschenpistole eingelegt. Damit ließ sich der hohe Druck, der zum Durchpumpen der Abformmaterialien durch das enge Rohr notwendig war, leicht erzeugen.



Kartuschenpistole, 100 ml Blasenspritze und
Verlängerungsrohr





Zur Darstellung der Portio vaginalis cervicis wurde ein Entenschnabelspekulum (Cusco), wie es in gynäkologischen Praxen verwendet wird, in die Vagina eingeführt.

Beim Spreizen blieb das vordere Blatt des Entenschnabelspekulums stationär, nur das hintere wurde entsprechend bewegt. Je nach Einföhrungstiefe mußte der Cusco vor dem Vorbeigleiten des hinteren Blattes an der Portio etwas zurückgezogen werden. Mit der Feststellschraube ließen sich die Position des Cusco und die eingestellte Lage der Portio fixieren.

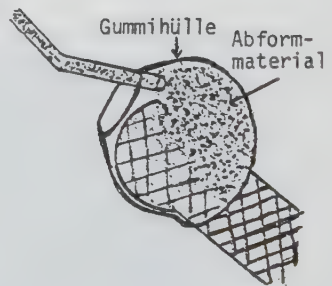
5.2. Materialauswahl und Verarbeitung

Nach umfangreichen in vitro durchgeführten Versuchsreihen konnten auch in vivo die besten Ergebnisse mit Alginateabformmassen erzielt werden. Zu den schon erwähnten Möglichkeiten, Konsistenz und Abbindezeit zu verändern, bieten die Alginat den Vorteil leichter Verarbeitung und großer Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu elastomeren Abformmaterialien.

Die Lagebeständigkeit und gute Ausfüllung nicht entfalteter Räume ließen sich in umfangreichen Versuchsreihen mit verschiedenen Alginaten und unterschiedlich hohen Wassertemperaturen, sowie unterschiedlichen Mischungsverhältnissen Pulver zu Wasser, erreichen. Dazu sei auf die Seiten 40 und 41 hingewiesen.

Die Versuche wurden dabei zum Teil mit einem Luftballon unternommen. Dieser wurde, nachdem eine größere Öffnung hineingeschnitten worden war, über ein Rundholz gestülpt. Damit sollte festgestellt werden, wie, mit einer entsprechend festen Konsistenz des Abformwerkstoffes,

Hohlräume mit elastischer Begrenzung ausgedehnt werden können. Die Elastizität des Gummis sollte abstrakt den Muskeltonus simulieren.



Schnell abbindende Alginate (Typ 1) erschienen von den untersuchten Materialien am besten geeignet. Bevorzugt wurde IVOPAL der Firma Ivoclar verwendet, da es die größte Festigkeit nach dem Abbinden erreichte. Trotzdem blieb es in der für Alginate typischen Weise elastisch. Die Elastizität des Abdrucks erwies sich bei der Entnahme aus der Vagina als sehr vorteilhaft.

Mischungsverhältnisse, Wassertemperaturen und Abbindezeiten

Fabrikat	Pulver Wasser	Temperatur Abbindezeit	
Orthalgemat (Fa. Dentaaurum)	1 30 ccm	25°C 2:40 min	Verbindungsfähig bis 2:00 min, anfänglich starkes Fließen bis 1:45 min, abgebunden nach 2:40 min; Abdruck ohne Löffelform instabil.
	1 30 ccm	30°C 2:00 min	Gut spritzfähig bis 1:30 min, lagebeständig; Abdruck ohne Löffelform instabil.
	1 30 ccm	35°C 1:50 min	Hoher Spritzdruck notwendig, Verbindungsfähig bis 1:00 min; lagebeständig; Abdruck ohne Löffelform instabil.
Blueprint (Fa. De Trey)	1 40 ccm	25°C 2:45 min	Verbindungsfähig bis 2:10 min, anfänglich starkes Fließen bis 1:45 min, Abdruck ohne Löffelform instabil.
	1 30 ccm	25°C 2:20 min	Verbindungsfähig bis 1:30 min, fließt leicht; Abdruck ohne Löffelform nicht ganz stabil.
	1 30 ccm	30°C 1:30 min	Verbindungsfähig bis 1:00 min, fast lagestabil; Abdruck ohne Löffelform nicht ganz stabil.
Ivopal (Fa. Ivoclar)	1 50 ccm	25°C 1:40 min	Verbindungsfähig bis 1:15 min, anfänglich starkes Fließen bis 1:00 min, abgebunden nach 1:40 min; Abdruck ohne Löffelform stabil, hoher Spritzdruck.
	1 50 ccm	35°C 1:15 min	Verbindungsfähig bis 1:00 min, fast lagebeständig; Abdruck ohne Löffelform stabil, hoher Spritzdruck.

Das Mischungsverhältnis Normlöffel Alginatpulver zu ccm Wasser war durch die Konsistenz bestimmt, die ohne zu hohen Druck durch das Rohr spritzbar war.

Verhalten des Alginates Ivopal (Fa. Ivoclar) bei verschiedenen Mischungsverhältnissen und Verarbeitungstemperaturen

Pulver Wasser	Temp.	Mischzeit bis Spritzbeginn	noch Verbin- dungsfähig	Abbin- dung	Fließver- halten	
$\frac{1}{25 \text{ ccm}}$	20°C	0:45 min	1:20 min	2:30 min	lagebe- ständig	sehr hoher Spritzdruck notwendig
$\frac{1}{35 \text{ ccm}}$	30	0:45	1:00	1:35	lagebe- ständig	sehr hoher Spritzdruck notwendig
$\frac{1}{40 \text{ ccm}}$	20	0:45	2:00	2:40	fließt leicht	gut spritzbar
$\frac{1}{40 \text{ ccm}}$	30	0:45	1:20	1:45	fast lage- beständig	gut spritzbar
$\frac{1}{40 \text{ ccm}}$	32	0:45	1:15	1:35	fast lage- beständig	gut spritzbar
$\frac{1}{40 \text{ ccm}}$	35	0:45	1:10	1:30	lagebe- ständig	gut spritzbar, zu kurze Verarbeitungszeit
$\frac{1}{40 \text{ ccm}}$	40	0:45	0:55	1:05	lagebe- ständig	zu kurze Verarbeitungs- zeit, Spritzdruck zu hoch
$\frac{1}{50 \text{ ccm}}$	30	0:45	1:20	1:55	fast lage- beständig	gut spritzbar
$\frac{1}{50 \text{ ccm}}$	35	0:45	1:05	1:15	lagebe- ständig	zu kurze Verarbeitungs- zeit, Spritzdruck hoch

Wie aus den Tabellen ersichtlich konnte in vivo bei einem Mischungsverhältnis von einem Normlöffel Pulver zu 40 ccm Wasser, das mit einer Temperatur von 30°C verarbeitet wurde, das gewünschte Abbindeverhalten erreicht werden.

Zur Abformung waren zwei Löffel Pulver mit entsprechend 80 ccm, 30°C warmen Wassers ausreichend. Bei den veränderten Mischungs- und Temperaturverhältnissen, ergab sich eine Verarbeitungszeit von 1 Min. 20 und eine Abbindezeit von insgesamt 1 Min. 50 nach dem Anrühren.

Zum Anmischen in einem Gummibecker mit Alginatspachtel und Einfüllen in die Blasenspritze waren 45 Sek. ausreichend. Danach standen noch etwa 30 Sek. zum Auftragen des Alginates auf die Portio vaginalis zur Verfügung. Mit etwas Übung war das Umspritzen in 20 Sek. gut auszuführen. Nach 1 Min. 20 begann das Alginat bereits auszuhärten und nach 1 Min. 50 konnte der Abdruck aus der Vagina entnommen werden.

Zur besseren Orientierung am ausgegossenen Gipsmodell der Portio vaginalis, wurde am Abdruck und am Gipsmodell die Seite des hinteren Scheidengewölbes gekennzeichnet.

5.3. Abformtechnik

Nach dem Füllen der Spritze, Einlegen in die Kartuschenpistole und Pumpen des Abformmaterials bis an die Spitze des Rohres wurde dieses durch den Cusco in die Vagina eingeführt

und unter Sichtkontrolle an der hinteren Scheidenwand (6-Uhr Position), nahe der Portio angesetzt. Unter ständigem Pumpen wurde die Portio kreisförmig umspritzt. Besondere Beachtung fanden dabei die nicht entfalteten lateralen Räume, die erst durch das Einspritzen der Abformmasse in die Falten dargestellt werden konnten.

Da das Abformmaterial zu Beginn des Spritzvorganges noch sehr plastisch war und von den Rückstellkräften des Gewebes zurückgedrängt werden konnte, wurde die Anfangsstelle nochmals überspritzt, um eine genaue Abformung sicher zu stellen. Anschließend wurde die Oberfläche der Portio mit Abformmasse bedeckt.

Beim Auftragen auf die Oberfläche der Portio bestand besonders bei Multiparae die Möglichkeit, daß unter Druck aus dem Rohr austretendes Abformmaterial in das Ostium uteri eindringen konnte. Deshalb wurde das Rohr hier nicht zu dicht aufgesetzt.

Nach dem Aushärten des Abformmaterials wurde die Feststellschraube des Cusco gelöst und dieser konnte nun mit dem anhaftenden Abdruck, etwas zusammengedrückt, unter leicht drehenden Bewegungen aus der Vagina entnommen werden.

Für den Fall, daß sich beim Zurückziehen der Abdruck vom Cusco löste, könnte noch durch den Cusco mit einer Kugelzange in das Abformmaterial eingehakt werden. Die Kugelzange muß weit genug in die elastische Abdruckmasse eingreifen, da sie sonst ausreißen kann.

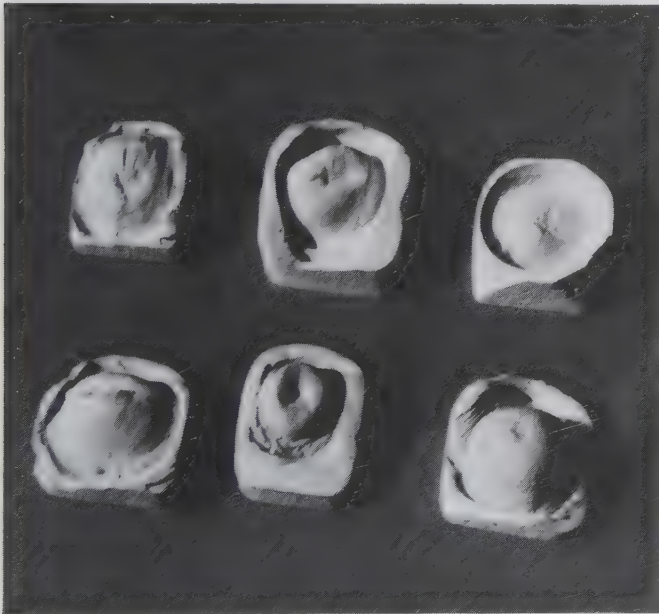


Cusco mit Abdruck im Spritzverfahren



Grundsätzlich läßt sich der Abdruck als Ganzes entfernen, doch sollte stets eine Kontrolle auf eventuelle Materialreste durchgeführt werden.

Nach dem Abspülen und Kennzeichnen der Seite des hinteren Scheidengewölbes wurde der Abdruck später mit Gips ausgegossen und ein genaues Modell der abgeformten Portio vaginalis hergestellt.



mit Gips ausgegossene Abformung der Portio vaginalis

Außer dem Modell rechts oben -Abformung mit Röhrenspekulumsspritze-
alle Modelle im Spritzverfahren abgeformt.



Orientierung durch abgeflachte Modellseite,
die in Richtung zum hinteren Scheidengewölbe zeigt



Nachdem sich das Verfahren zur individuellen Abdrucknahme der Portio vaginalis, der Abformwerkstoff sowie seine Verarbeitung als geeignet herausgestellt hatten, konnte die Abformung der Portio bei Patientinnen in der gynäkologischen Sprechstunde der Poliklinik vorbereitet werden.

Die nach ärztlichen Gesichtspunkten ausgewählten Patientinnen wurden über das Abdruckverfahren unterrichtet und erklärten sich mit einer Abformung der Portio vaginalis einverstanden.

Die Abdrucknahmen waren für die Patientinnen vollkommen unproblematisch und schmerzlos und auch die kurze Verweildauer des Abformwerkstoffes in der Vagina wurde nicht als lästig empfunden.

An der nicht relaxierten Patientin konnten ebenso gute Abdruckergebnisse wie an der narkotisierten Patientin erzielt werden.

Bei insgesamt 5 Patientinnen wurde exemplarisch gezeigt, daß die individuelle Abformung der Portio vaginalis cervicis unter Sprechstundenbedingungen möglich ist und damit war der erste Schritt zur modernen individuell angepaßten Portiokappe getan.

6. DISKUSSION

Im Gegensatz zu früheren Zeiten, als die Anpassung einer Portiokappe allein auf optischer Abschätzung beruhte, bietet das entwickelte Verfahren die Möglichkeit der optimalen Anpassung der Kappe an die Portio vaginalis. Vereinzelt wurden früher auch Meßzangen verwendet, doch mußte dabei dann von kreis- und kugelrunden Formen ausgegangen werden. Die angefertigten Abdrücke zeigten aber, daß in den meisten Fällen eine Kugelform nicht vorzufinden war. Durch den individuellen Abdruck mit dem entsprechend modifizierten Abformmaterial kann ein maximales Anliegen, eine entsprechend gute Haftung und ein optimaler Sitz der Portiokappe, selbst bei außergewöhnlichen Portioformen, erreicht werden. Der Arzt und die Patientin sind nicht mehr auf die nur 4 oder 5 vorhandenen Größen der Kappe angewiesen.

Bedingt durch die elastische Beweglichkeit des Uterus und damit der Portio vaginalis war eine Abformung mit Abdrucklöffeln nicht erfolgreich. Es entstanden zu geringe Eindringtiefen.

Aus den gestellten Forderungen und gewonnenen Erfahrungen wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem unter Sicht und ohne Abformlöffel eine individuelle Abformung der Portio vorgenommen werden kann.

Dabei wurde das Abformmaterial durch ein 0,8 cm starkes

Plastikrohr in die Scheidengewölbe, lateralen Umschlagfalten und auf die Oberfläche der Portio gespritzt. Die Auswahl des Abformwerkstoffes und die Konsistenz ergaben sich aus der Forderung, daß das Material durch das 18 cm lange Rohr durchgängig sein und den Raum kreisförmig um die Portio unveränderlich entfalten können mußte. Auch durfte durch die beim Pumpen durch das Rohr hervorgerufene Verdichtung keine vorzeitige Änderung der Plastizität eintreten.

Zum Abformen unter Sicht stellte sich noch das Problem der Darstellung der Portio vaginalis. Zum Entfalten der Vagina wurde ein Entenschnabelspekulum (Cusco) verwendet, da sich durch die Feststellschraube eine eingestellte Position gut fixieren ließ.

Andere Instrumente erbrachten keine Vorteile. Eine Versuchsanordnung mit vier zu spreizenden Blättern engte den vaginalen Raum und die Bewegungsmöglichkeiten beim Umspritzen sehr ein. Röhrenspekula wiesen den Nachteil auf, daß sie selbst ganz ruhig gehalten, beim Abformen nie völlig ortständig blieben. Außerdem mußten sie noch von zwei zusätzlichen Händen gehalten werden.

Mit dem Cusco, der sich selbst stabilisierte, konnte die Position der Portio in der Vagina dargestellt und festgehalten werden.

Dabei war es von Bedeutung, daß mit dem vorderen und hinteren Blatt des Cusco im vorderen und hinteren Scheidengewölbe kein zu großer Zug auf die Portio ausgeübt wurde.

Es konnte eine weitgehend spannungsfreie Darstellung der Portio vaginalis eingestellt werden.

Die lateralen Umschlagfalten ergaben sich nach dem Ausfüllen mit der Abformmasse.

Der Cusco durfte nicht zu weit gespreizt werden, da sonst die Gewebespannung in den lateralen Umschlagfalten und damit die Rückstellkräfte zu groß wurden und zu einer Verdrängung des Abformmaterials vor der Abbindung führten.

Nachdem das entwickelte Spritzverfahren zuerst erfolgreich zur Abformung der Portio an narkotisierten Patientinnen angewendet worden war, bestand es auch unter gynäkologischen Praxisbedingungen, wo sich das schmerzlose und wenig belästigende als auch wenig aufwendige Verfahren auszeichnete, seine Bewährungsprobe.

Mit der Abdrucknahme ist eine Vorbedingung für die Anfertigung individuell angepaßter Portiokappen, die eine Möglichkeit der vaginalen Kontrazeption darstellen, erfüllt.

7. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen, ein Verfahren für den individuellen Abdruck der Portio vaginalis zu entwickeln.

Die besten Ergebnisse wurden mit dem sogenannten Spritzverfahren erzielt.

Als Abformwerkstoff eignete sich dabei besonders ein Alginat, dessen Verarbeitung aber modifiziert worden war. Die kurze Verarbeitungszeit stellte mit etwas Übung kein Problem dar.

Das entwickelte Verfahren zur individuellen Abdrucknahme der Portio vaginalis ist bei minimaler Belastung für die Patientin in jeder gynäkologischen Praxis durchführbar. Damit scheinen die Voraussetzungen zur Herstellung moderner individueller Portiokappen geschaffen.

8. LITERATURVERZEICHNIS

1. BREUSTEDT, A., E. LENZ:

Stomatologische Werkstoffkunde

Barth, Leipzig 1978

2. EICHNER, K.:

Zahnärztliche Werkstoffkunde und ihre Verarbeitung

Hüthig, Heidelberg 1981

3. FRAENKEL, L.:

Sterilisierung und Konzeptionsverhütung

Arch. Gynäk. 144 (1931) S.118

4. FRAENKEL, L.:

Empfängnisverhütung

Enke, Stuttgart 1932

5. FRICK, H., H. LEONHARDT, D. STARCK:

Spezielle Anatomie

Thieme, Stuttgart 1978

6. KERN, G.:

Gynäkologie

Thieme, Stuttgart 1977

7. KROGER, E.H.:

Das physiologische Gefäßverhalten an der
Portio uteri vaginalis und bei Anovulartherapie
Gebh. u. Frauenhk. 26 (1966) S.587

8. LEONHARDT, H.:

Histologie, Zytologie und Mikroanatomie
des Menschen
Thieme, Stuttgart 1977

9. RICHTER, K.:

Lebendige Anatomie der Vagina
Gebh. u. Frauenhk. 26 (1966) S.1213

10. RICHTER, K.:

Der Scheidenabdruck. Eine Methode zur Erfassung der
physiologischen und pathologischen Lage der Vagina
Wien. Med. Wschr. 116 (1966) S.1018

11. RICHTER, K.:

Die physiologische Topographie des weiblichen
Genitale in moderner Sicht
Zbl. Gynäk. 89 (1967) S.1258

12. SPITZBART, H., S. NÜTZEL:

Studien zur funktionellen Anatomie der Scheide
Z. Gebh. u. Gynäk. 169 (1968) S.303

13. VAN DE VELDE, TH. H.:

Die Fruchtbarkeit in der Ehe

Müller, Zürich/Stuttgart/Wien 1952

14. WILDE, F. A.:

Das weibliche Gebärunvermögen

Verlag unbekannt, Berlin 1838

9. LEBENSLAUF

Geboren am 28. Mai 1951 in Ludwigshafen am Rhein als Sohn von Hans und Irmgard Ludwig, geb. Knieß, besuchte ich 1958 bis 1962 in Frankfurt/Main die Volksschule, 1962 bis 1965 in Augsburg und 1965 bis 1970 in Frankfurt/Main das Gymnasium.

Nach dem Abitur im Juni 1970 studierte ich zwei Semester Maschinenbau in Karlsruhe. Ab Wintersemester 1971/72 bewarb ich mich von München aus um einen Studienplatz für Zahnmedizin.

Nach vorübergehender Tätigkeit als Hilfskraft in einem Dentallabor, absolvierte ich eine Lehre, nach deren Abschluß ich als Zahntechniker arbeitete.

Im Juni 1978 heiratete ich meine Frau Hannelore Ludwig, geb. Hösch, und erhielt im Wintersemester 1978/79 die Zulassung zum Studium der Zahnheilkunde in München.

Im April 1981 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung und im Februar 1984 schloß ich das Studium mit dem Staatsexamen ab.

